



TITLE:

クラスターmodelによる[6]Liの  
Ground stateの研究( Abstract\_要旨  
)

AUTHOR(S):

長谷川, 照

---

CITATION:

長谷川, 照. クラスターmodelによる[6]LiのGround stateの研究. 京都大学, 1971, 理学博士

ISSUE DATE:

1971-03-23

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/213616>

RIGHT:

氏 名	長 谷 川 照 は せ がわ あきら
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 博 第 210 号
学位授与の日付	昭 和 46 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理 学 研 究 科 物 理 学 第 二 専 攻
学 位 論 文 題 目	ク ラ ス タ ー model による ${}^6\text{Li}$ の Ground state の研究

論文調査委員 (主 査)  
教 授 小 林 稔 教 授 柳 父 琢 治 教 授 武 藤 二 郎

### 論 文 内 容 の 要 旨

申請者の主論文は軽い原子核の核構造にクラスター描像を適用し、この描像がどこまで核構造の解明に用いられるかを検討しようとするものである。

一般に原子核の大まかな性質は殻模型によって説明されているが、さらに詳細に分析すれば、同一核内の核子が小単位としてクラスターを作っている様子が反映してくることが知られている。とくに、たとえば p 殻内の核子の数が少ないときはこれらが平均場内で結合してクラスターとして運動するという有様が顕著にあらわれる。また、エネルギー的に見れば、このように想定したクラスターの separation energy が小さいとき、クラスターの様相が強くあらわれることが予想される。

このようなクラスター構造を複雑な核で吟味することは困難であるが、非常に軽い核、たとえば  ${}^6\text{Li} \sim {}^9\text{Be}$  領域では resonating group の方法などにより直接に計算を遂行して確めることも不可能ではない。しかし、これらの場合にも膨大な計算を遂行しなければならない。最近 Wildermuth のグループはこの方法により核子相互作用と反対称化を完全にとり入れた解析を進めているが、どうして原子核内にクラスターが形成されるかということを突きとめることはなかなか容易ではない。

わが国でも、理論、実験の両面からこの問題にとりくんでいる多くの研究者があり、とくに、池田清美氏の  ${}^9\text{Be}$  に対する‘くびれた平均場’の再現の研究など、この問題に対するきわだったアプローチが行なわれ、 $\alpha$  粒子がクラスターとして存在することに対する理論的基礎づけが緒について来たようである。

申請者の立場は、クラスターを形成する可能性をもつ核のうち、最も簡単な核  ${}^6\text{Li}$  について、その基底状態が  $\alpha$  粒子と重水素核との結合 ( $\alpha-d$  構造) として解いた場合、それが consistent に、すなわち、結果においても  $\alpha$  と d の独立性がどこまで保証されるかというものである。この場合、 $\alpha-d$  クラスター系のことを調べようとする separation energy は 1.47 MeV であって、これは重水素核の内部エネルギーと殆んど同じであり、したがって、d クラスターは非常に弱い結合であるので  $\alpha-d$  クラスター間の相対的な運動と d クラスターの内部運動とを同時に解く必要がある。さらに、これらクラスター形成のメカ

ニズムは核子・核子相互作用と核子間の反対称化との複雑なからみ合いの結果であることを考慮すれば、申請者の立場からこの問題を攻めて行くのも決して容易なことではない。

resonance group の方法で 上述のような  $\alpha$ -d クラスター間の相対運動と クラスター内部の運動 との coupled equation を導き出すことは非常に困難であるため、申請者は 永田忍氏、坂東弘治氏らの開発した方法にしたがい、問題を二段階に分けて

(1)  ${}^6\text{Li}$  の ground state の  $\alpha$ - $\alpha$  クラスター構造を、d クラスターに対しては 通常の クラスター model におけるように試行函数を用い、まずクラスター間の相対運動を正確にとく。

(2) つぎに、(1)で得られた知識にもとづいて、d-クラスターの内部運動をしらべる。

という手順を用いている。(1)については、申請者はすでに参考論文(2)にあるような予備的結果を得ているが、主論文ではさらに実際の核力を用いて相対運動を詳しくしらべている。その結果、クラスター間の束縛エネルギーが小さく、相対運動を記述する波動函数が long tail をもつことが示され、従来の harmonic oscillator 型の short tail で簡単にクラスターを論じていたことが誤りであることを指摘している。また、従来クラスター間の相互作用はスピンの0であるか1/2であるかの場合に限って論じられているが、この問題ではスピン1の場合であるため、ずっと複雑な計算を遂行している。

さらに、 ${}^6\text{Li}$  の ground State では 負の小さな四極子能率をもつことと、elastic charge form factor が momentum transfer の大きいところでのふるまいが問題になり、殻模型では説明されていない。これらの問題についても、その原因を、 ${}^6\text{Li}$  が total orbital angular momentum が S 以外の状態を混合していること、この混合は  $\alpha$ -core と他の2個の核子間のスピン依存力の強さと cluster がスピン1をもつために生じる tensor coupling force の強さによって説明できることを示唆している。

申請者は、以上の推論を克明な計算に基づいて進め、核子間力についても現在得られているすべての型について計算を行ない、それらの結果を比較検討している。そのことから、核子間相互作用として realistic なものを用いることによって、 ${}^6\text{Li}$  の種々の特徴が却って説明しやすいということを示したことは注目に値しよう。

### 論文審査の結果の要旨

申請者の主論文は、 ${}^6\text{Li}$  の核を  $\alpha$  粒子と 重水素核 (d) から構成されているという クラスター model を、従来の resonating group の方法をさらに拡張し、まずクラスター間の相対運動をできるだけ正確に解き、つぎに d クラスターの内部運動をしらべるという方法を用いて、徹底的に検討したものである。さらに、その際に用いる核力としては二体の核力として知られている realistic なものを用い、これらが核子間の反対称化の効果と如何にからみ合ってクラスターの様相があらわれるかというクラスター形成の本質に迫ろうとする試みである。この問題には、鋭い物理的洞察力と、非常に面倒な数値計算が必要であるが、申請者は忍耐よくこの問題を追求し、論文内容の要旨に述べたように、クラスターの問題に多くの点で新知見を加えている。参考論文(2)は申請者がこの問題にとりくんだ最初の成果であるが、その後の数年をその拡張と数値的解明に費し、理論の現状で分析できるぎりぎりの線まで研究を推し進めたことは高く評価されてよいと考える。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。